



рис.1. Изменение общего содержания SO_2 и O_3 23 и 26 над вулканогенным районом Сицилии в марте и апреле

Анализ данных SO_2 и OCO над районом вулкана Стромболи показал, что во время активной фазы данного вулкана произошло увеличение SO_2 до 32,8 е.Д. и уменьшение OCO до 216 е.Д.. Над вулканом Килауэа концентрация двуокиси серы возросла с 1 е.Д. до 93 е.Д., а количество озона уменьшилось с 280 е.Д. до 160 е.Д.. В атмосфере над вулканом Попокатепетль наблюдается аналогичная ситуация. SO_2 увеличилась с 7 е.Д. до 100 е.Д., а OCO уменьшилось с 275 е.Д. до 144 е.Д. Таким образом, исследование возмущённой атмосферы над вулканогенными районами показало, что при существенном увеличении двуокиси серы во время извержений происходит истощение озоносферы, образуются озоновые аномалии в данном регионе.

Список публикаций:

- [1] Кашкин В.Б. и др. Стратосферный озон: вид с космической орбиты. Красноярск:СФУ, 2015. 221 с.
- [2] Савельева Е. С., Зуев В. В., Зуева Н. Е. //Химия в интересах устойчивого развития. 2014. Т. 22. №. 541. С. 547.
- [3] NASA Goddard Space Flight Center [Электронный ресурс]. URL: <http://avdc.gsfc.nasa.gov/pub/data/satellite/Aura/OMI/V03/L2OVP/OMSO2/> (Дата обращения: 27.05.2016)

Экспедиционные исследования тока механического переноса в приземной атмосфере

Критский Дмитрий Александрович
Южный федеральный университет
Панчишкина Ирина Николаевна, к.ф.-м.н.
georgpu@rambler.ru

Долгое время в атмосферном электричестве вертикальный электрический ток в атмосфере и из атмосферы на землю считали током проводимости. Однако опыт исследований последних десятилетий показывает [1-3], что важную роль в балансе электрических токов из атмосферы на землю может играть механический перенос зарядов в атмосфере и на границе «атмосфера-земля».

Плотность тока механического переноса в атмосфере $j_{\text{мт}}$ состоит из двух компонент: конвективной $j_{\text{к}}$ и диффузионной $j_{\text{д}}$. Ток конвекции в атмосфере создается перемещениями объемного заряда плотностью ρ конвективными потоками с вертикальной скоростью v , а ток турбулентной диффузии возникает при наличии турбулентного перемешивания неравномерно распределенного по высоте объемного заряда:

$$j_{\text{мт}} = j_{\text{д}} + j_{\text{к}} = -D \frac{\partial \rho}{\partial z} + \rho \cdot v, \quad (1)$$

где $\frac{\partial \rho}{\partial z}$ – вертикальная составляющая градиента плотности объемного заряда, а коэффициент диффузии $D = D_T + D_M$ равен сумме коэффициентов турбулентной D_T и молекулярной D_M диффузии.

Косвенная оценка значений плотности объемного заряда и градиента плотности объемного заряда применима к атмосфере, но на границе «атмосфера-земля» плотность объемного заряда претерпевает разрыв и такие расчеты невозможны. По мере приближения к земной поверхности вертикальная скорость движения воздуха снижается и на уровне земли становится равной нулю. Коэффициент турбулентной диффузии D_T на уровне земли обращается в ноль, и, таким образом, D определяется всецело коэффициентом молекулярной диффузии D_M . Изменение значений физических параметров скачком на границе «атмосфера – земля» является проблемой для выполнения модельных расчетов при описании электрических процессов в приземном слое.

Плотность тока механического переноса из атмосферы на земную поверхность $i_{\text{мт}}$ аналитически не определяется, вопрос о значении и характере вариаций $i_{\text{мт}}$ может быть решен путем непосредственных измерений. Результаты измерения плотности тока механического переноса, обсуждаемые в настоящей работе, получены при проведении многолетнего экспедиционного эксперимента в Ростовской области [4,5]. Одновременно с измерениями плотности тока контролировались метеорологические параметры, характеризующие состояние прилегающего к земле двухметрового слоя атмосферы: температура воздуха, скорость и направление ветра, скорость вертикальных потоков воздуха на разных уровнях. Для выяснения степени влияния метеопараметров на перенос зарядов под действием механических сил был применен метод дисперсионного анализа.

Пункты наблюдений	факторы	F_{ϕ}	F_{st}	h_x^2
Первомайское 1994 158 часовых серий	Δt	7,5	3,1	12%
	ΔU	9,9	3,1	15%
	D_T	3,7	2,6	7%
Михайловка 1995-1998 582 часовых серии	Δt	87,5	3,0	26%
	ΔU	20,1	3,0	6%
	D_T	35,1	2,6	19%
Платов 2003-2004 320 часовых серий	Δt	7,6	3,1	7%
	ΔU	16,0	3,0	13%
	D_T	16,4	2,6	16%

В качестве факторов, влияющих на вариации $i_{\text{мт}}$, были выбраны: интенсивность турбулентного перемешивания (значения коэффициента турбулентности D_T рассчитаны по методу Орленко), разность температуры воздуха Δt , разность скорости ветра ΔU :

$$\Delta t = t_{2,0} - t_{0,15} \text{ и } \Delta U = U_{2,0} - U_{0,5}, \quad (2)$$

где $t_{2,0}$ и $t_{0,15}$ температура воздуха на высоте 2,0 м и 0,15 м, $U_{2,0}$ и $U_{0,5}$ скорость ветра на высоте 2,0 м и 0,5 м соответственно. Расчет критерия Фишера F_{ϕ} при разложении статистического комплекса данных $i_{\text{мт}}$ на выборки, соответствующие разным градациям влияющего фактора, позволил оценить достоверность этого влияния. В таблице приводятся значения критерия Фишера F_{ϕ} и критерия Стьюдента F_{st} для соответствующих массивов данных, а также показатель силы влияния фактора h_x^2 , рассчитанный по методу Снедекора [6]. Оказалось, что для всех исследуемых факторов $F_{\phi} > F_{st}$, что позволяет считать достоверным их влияние на вариации плотности тока механического переноса с уровнем значимости не превышающем 0,03. Следовательно, с вероятностью более 97% обнаруживается влияние каждого фактора на исследуемый признак. В силу многофакторности процессов механического переноса заряда в атмосфере и из атмосферы на землю показатель силы влияния метеорологических факторов оказался в пределах от 6% до 26%.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00930 - А.

Список публикаций:

- [1] Petrov A. I., Petrova G. G., Panchishkina, I. N // Proc.10th Int. Conf. Atm. Electricity, Osaka, 1996, P.548-551.
- [2] Anisimov S. V., Galichenko S. V., Shikhova N. M // Atmos. Res. 2014. V. 135–136. P.244–254.
- [3] Смирнов С. Э // Геомагнетизм и аэрономия. 2013. Т. 53. № 4. С. 546–552.
- [4] Panchishkina I. N., Petrova G. G., Petrov A. I., Kudrinskaya T. V // Atmos. Res. 2009. V. 91. P.238–243.
- [5] Petrova G. G., Petrov A. I., Panchishkina I. N., Kudrinskaya T. V. // Proc.14th Int. Conf. Atm. Electricity. Rio-de-Janeiro, Brazil, 2011. P.181–185.
- [6] Лакин Г.Ф. // «Высшая школа», М.,1990, 350 с.